

Le centurie e le cassette gnomoniche di Bonaventura Cavalieri

www.nicolaseverino.it Marzo 2008

credits:



ISTITUTO E MUSEO
DI STORIA DELLA SCIENZA



Bonaventura Cavalieri è un personaggio molto in vista tra i dotti del XVII secolo. Egli nacque sul finire del XVI secolo, nel 1598, mentre Sandolino Cherubino pubblicava il suo monumentale Thaumalemma Cherubicum, quasi in risposta alla grande opera gnomonica di padre Cristoforo Clavio. Bonaventura è riconosciuto come un grande matematico la cui fama è dovuta soprattutto ai suoi studi sul metodo degli indivisibili per trovare aree e volumi che spianò la strada al futuro calcolo degli infinitesimali. Fu collega ed amico di Galileo Galilei che lo aiutò ad avere la cattedra di lettore all'Università di Bologna. Cavalieri era entrato giovane nell'ordine dei Gesuati (diverso dai Gesuiti) che annoverava altri grandi scienziati tra il '500 e il '600 ed era quindi un esperto teologo, coltivando solo per diletto le sue passioni scientifiche. La matematica era senz'altro la più importante

insieme all'astronomia e l'astrologia. Tra le sue pubblicazioni, ricordiamo anche il Direttorio Generale Uranometrico che è una sorta di trattato trigonometrico e sull'applicazione dei logaritmi. Un trattato della ruota planetaria perpetua in cui descrive minuziosamente un planetario e un'operetta, molto meno nota, intitolata "Nuova Pratica Astrologica di fare le Direttioni secondo la via rationale e conforme ancora al fondam^{to} del Keplero per via di logaritmi con una centuria di vari problemi e con il compendio delle regole dei triangoli", pubblicata in Bologna nel 1639.

In questo libretto è incorporato quello della centuria che si intitola: "Centuria di vari problemi per dimostrare l'uso e la facilità de' Logaritmi nella Gnomonica, Astronomia, Geografia, Altimetria, Planimetria, Stereometria, Aritmetica Pratica". Si nota subito il posto di preminenza che occupa la gnomonica e che, in effetti, prende buona parte del trattatello.

Scopo di questo articolo è soltanto quello di comunicare al lettore l'esistenza di questa operetta passata quasi inosservata e in secondo piano, sia sulle pubblicazioni in generale del Cavalieri, sia nella divulgazione gnomonica moderna, in modo che qualche studioso appassionato possa prestare una maggiore attenzione a questo lavoro ed esporne con maggiori dettagli l'importanza storico-gnomonica.

Il libretto di Centuria di vari problemi è stato concepito da Cavalieri con l'intento di soddisfare diverse richieste personali di alcuni studiosi e che, invece, alla fine fu dato alle stampe anche in favore dei lettori generici. Qui l'autore ricorda l'inventore dei logaritmi, il grande Nepero e ribadisce l'importanza della loro applicazione nei problemi di astronomia e gnomonica. Cavalieri fa largo uso del termine "mesologaritmo", utilizzato fino alle fine del XVIII secolo e poi caduto in disuso. Tale termine fu utilizzato da Keplero per esprimere i logaritmi dei coseni e delle cotangenti di cui i primi erano detti da alcuni Antilogaritmi e i secondi Differenziali ¹.

Inoltre Cavalieri afferma di pubblicare in questo libro per la prima volta una prima tavola



¹ Da Dizionario della Lingua Italiana di Francesco Cardinali e Pasquale Borrelli, Napoli, 1846. Una ricerca in internet con questo vocabolo, rende davvero pochissime cose del secolo scorso, tra cui questo dizionario e praticamente nulla di documentazione moderna.

logaritmica organizzata in modo da facilitare il calcolo degli elementi relativi ai problemi di astronomia e gnomonica.

Dal problema V in poi, l'autore si occupa dei questioni che interessano più la gnomonica. Noi li elenchiamo in breve qui per dare un'idea della materia trattata:

Problema V: *data l'altezza del Sole sopra qualsivoglia piano, trovare la proporzione del gnomone all'ombra*; Qui egli stabilisce pure che altri hanno adottato la suddivisione dello Gnomone in 12 o in 60 parti e che egli vuole adottare invece la suddivisione di 10, 100 o 1000 parti e nelle tavolette che farà per la costruzione degli orologi solari, si intenderà diviso in 1000 parti.

Problema VI: *data la proporzione del Gnomone all'ombra, trovale l'altezza del Sole sopra il soggetto Piano*. Problema inverso del precedente.

Problema VII: *data l'altezza del Polo e la declinazione del Sole boreale; trovare la di lui altezza nel verticale primario*.

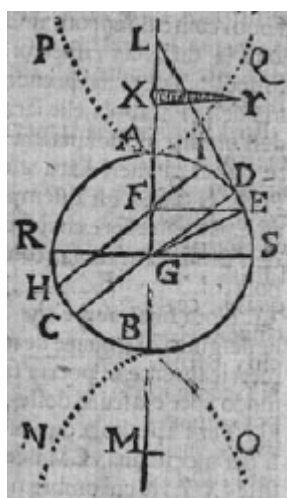
Problema VIII: *data la declinazione del Sole con la di lui distanza dal meridiano centrale, e con l'altezza, o depressione rispetto all'orizzonte, trovare l'arco azimutale*.

Problema IX: *data la elevatione polare e l'ora astronomica, italica e babilonica, trovare l'arco orario*.

Problema X: *data la longhezza dello Stile, o gnomone dell'horologio orizzontale, trovare il foco di qualunque iperbola rispondente in esso al parallelo del Sole che la descrive, ad una data elevatione di polo. Lo Stilo o Gnomone, qua lo supporremo parti 1000 e in rispetto a quello cercheremo la distanza del detto foco dalla cima della detta iperbola, la quale è una linea curva dissegnata nel piano dell'horologio dalla punta dell'ombra solare, mentre scorre il parallelo, che li corrisponde, e prendendo due paralleli egualmente distanti dall'Equatore, ma uno boreale e l'altro australe, se ne generano due, che si chiamano Iperbole contraposte, come dimostra il Padre Clavio nella prop. 6 del lib. 1, le quali hanno due punti notabili nel loro asse, che vengono chiamati fochi, come si può vedere nel mio Specchio Ustorio al cap. 13.*

Qui in basso si vede lo schema (a sinistra) di calcolo logaritmo per questo decimo problema e a destra l'applicazione geometrica.

Ombra del Capr. mer.	P. 2418	
Ombra del Canc. mer.	373	
Differenza	2045	
Semidifferenza	1022½	300566
Eleu. polare	G. 44. 0 12	985693
Declinatione del Paral.	23. 32. 15	039872
Numero	P. 4842	326531
Distanza del foco	812½	

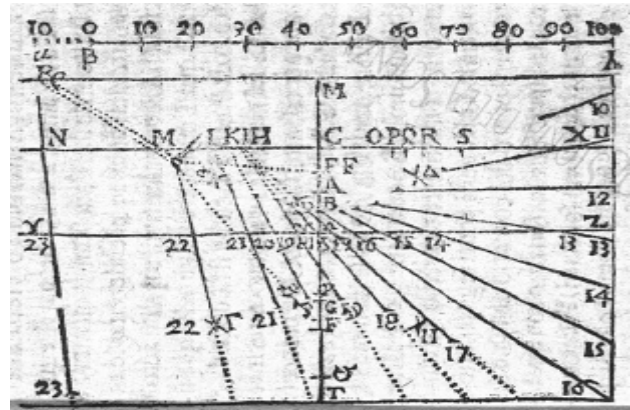


Problema XI: *della struttura delle Tavolette per gl'Horologi orizzontali e per la Cassetta horaria*.

modo si trovano i punti delle altre ore con l'artificio di tracciare quella delle ore 12 (per le quali manca il punto di Capricorno ed Equinoziale) “*parallela all'equinoziale, quella delle 11 la dirizzeremo con il punto dell'equinoziale delle ore 23 e quella delle 10 con quello dell'ora 22 e quella delle 9 si dirizzerebbe con quello della 21...*”.

Spiegato questo metodo, Cavalieri ne riporta un altro che a suo dire non è molto diverso da quello insegnato dal padre Fuligatti nella sua opera sugli *oriuoli solari*, differendo per il fatto che i punti orari, i fuochi delle curve diurne e i termini dei Tropici si prendono qui direttamente dalla scala fabbricata in parti uguali allo stilo e non dal “cerchio” come fa Fuligatti.

Qui a fianco si vede la figura per la costruzione dell'orologio orizzontale italico con il secondo metodo di Cavalieri. In alto si vede la scala di cui lo stilo è la prima parte $\alpha \beta$. Egli, trovato il punto orario P , ottiene i punti orari sull'equinoziale e sulla parallela NX con un solo gioco di apertura di compasso.



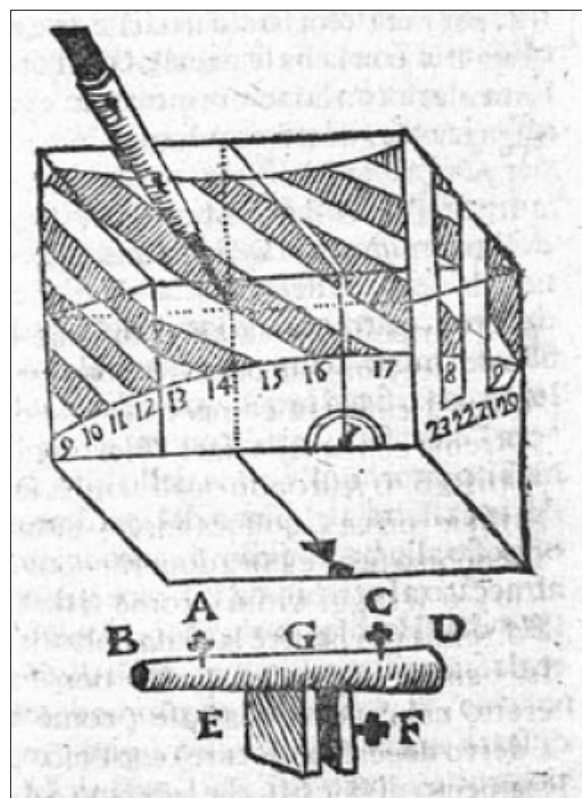
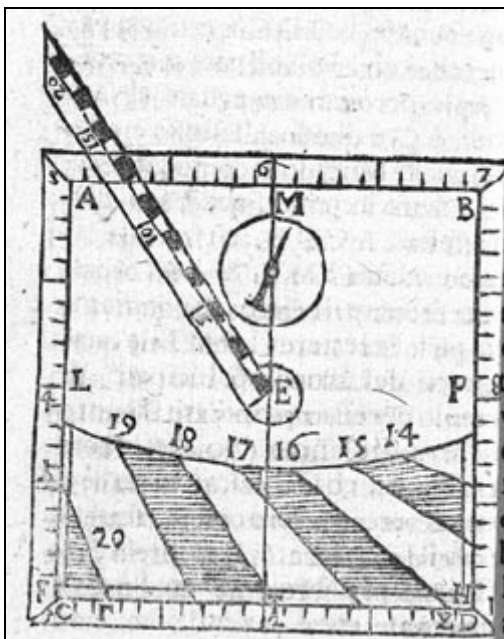
La cassetta oraria

Come già detto, questa Centuria di problemi riguarda in gran parte la gnomonica. L'autore ne è consapevole e quindi dichiara che, sebbene potrebbe ancora aggiungere altre cose per l'applicazione dei logaritmi nella costruzione degli orologi solari, magari dilungandosi su tutti gli altri tipi di quadranti non esaminati, ciò toglierebbe spazio alle altre cose e siccome tavole logaritmiche simili afferma che sono state già fatte da altri autori, egli passa alla descrizione di un nuovo strumento denominato “cassetta oraria” e che serve per fare gli orologi solari semplici, come quello Italiano, Babilonico e Astronomico quasi alla maniera di come si fa con l'Emisfero.

Trattasi, dunque, di una cassetta, da cui il nome, che è una metà di un cubo cavo, cioè con il fondo quadrato e le sponde erette a perpendicolo sui lati. Siccome è un “mezzo cubo”, le sponde laterali sono alte la metà della grandezza dei lati del quadrato di base. Anche lo stilo è un “mezzo stilo”, cioè ha l'altezza dei lati verticali ed è supposto piazzato ortogonale nel centro del quadrato e in modo che il suo vertice giaccia nel centro del quadrato superiore (che non c'è essendo cavo). Nella superficie interna della cassetta è disegnato l'orologio solare, ma l'autore dice che potrebbe farsi anche nella superficie esterna.

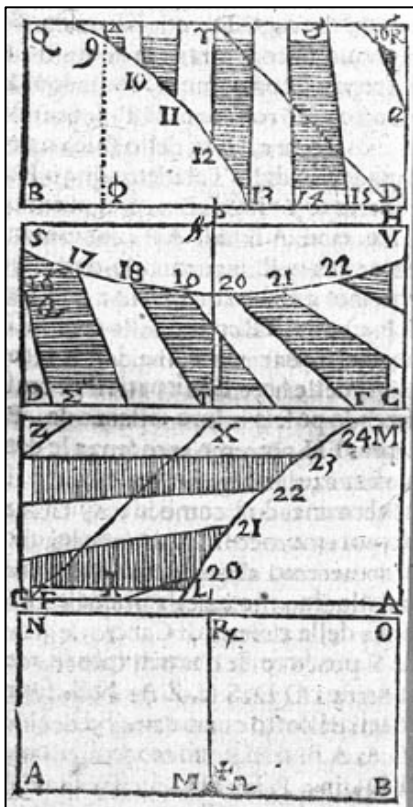
La cassetta oraria di Cavalieri è uno strumento difficile da descrivere nei dettagli, ma facile ad immaginarsi essendo una trasposizione geometrica della sfera materiale. Per intendere il suo funzionamento ci viene in aiuto il fatto che sul finire del XVI secolo e per tutto il XVII secolo, molti autori si cimentarono in imprese artistiche e teoriche nell'inventare strumenti gnomonici atti a realizzare praticamente gli orologi solari in tutte le superfici e specie in quelle piane. Ricordiamo gli strumenti bizzarri di Giulio Capilupi visti in un recente articolo. Oppure quelli di Sandolino Cherubino, di Clavio, di Kircher e di tanti altri. Questo di Cavalieri è un ennesimo tentativo di facilitare il compito ai costruttori di orologi solari, proponendosi di inventare questa scatola cubica che avrebbe qualche carta vincente rispetto all'applicazione degli strumenti sferici. Un primo punto a favore, e forse il più importante anche a detta di Cavalieri, è il fatto che tale strumento è composto di pochi pezzi componibili e quindi smontabili, facili da trasportare e che sono certamente meno ingombranti di una sfera armillare di 30-50 cm di diametro. C'è poi il fatto che sarebbe facile da costruire in quanto la sua forma non comporta grosse difficoltà di realizzazione con qualsiasi materiale e, infine, la possibilità di potervi disegnare nelle superficie interna o esterna, le porzioni di orologio solare italico con buona facilità.

Praticamente in questa scatoletta cubica, composta di cinque pezzi, viene disegnato un orologio orizzontale italico che si estende sulle sponde verticali alzate sui lati del quadrato base, con lo gnomone ortogonale al centro del quadrato. Come si fa con la sfera, essa viene adoperata per la costruzione dell'orologio solare, posizionandola in modo che risulti essere la proiezione dei suoi circoli orari sul piano dove si vuole fare l'orologio. E questo lo si fa con il filo o con i "raggi visivi". In pratica, una volta posizionata correttamente in sito, in modo che il vertice dello stilo nel nuovo orologio tocchi il vertice dello stilo dell'orologio nella cassetta, si "proiettano" i circoli orari disegnati nella cassetta sul piano del nuovo orologio per mezzo di fili o traguardando attraverso una piccola cannula il cui centro visivo occupa il vertice dello gnomone della scatola oraria e passa per il vertice dello gnomone del nuovo orologio. La base della cassetta deve stare in basso e parallela all'orizzonte. Sebbene l'autore spieghi, appresso, come si possa utilizzare la cassetta oraria anche per orologi su superfici non piane, come per esempio un vaso concavo, magari anche pieno d'acqua o "liquore", non deve essere un'operazione molto facile a farsi e tanto meno precisa. Tuttavia, l'autore ne parla come se fosse una pratica molto utilizzata, come certamente fu provata molte volte da egli stesso per vederne i risultati. Abbiamo appena scalfito l'argomento, ma si è reso chiaro che l'intento, come in molti autori del XVII secolo, è sempre quello di pensare e realizzare strumenti che possano aiutare l'artigiano e l'appassionato a costruire orologi solari, soprattutto murali che sono quelli più utilizzati e richiesti, in modo sempre più facile, diretto e senza troppe difficoltà di calcolo. In ciò, le scale logaritmiche furono davvero un grande aiuto, come dimostrano anche il successo che esse ebbero per tutto il tempo a venire, soprattutto in Inghilterra dove si sviluppò maggiormente la cultura delle scale gnomoniche.



Sopra a sinistra: l'applicazione del quadrato con la riga gnomonica utilizzato per disegnare le parti dell'orologio solare sulle cinque facce della cassetta oraria;
 a destra: si vede qui la cassetta oraria completa con l'orologio italico che si estende sulle facce del cubo. E' rappresentata anche la cannula per traguardare nel vertice dello gnomone e la bussola sul fondo per l'orientamento.

Qui sotto: sono rappresentate le quattro facce della cassetta oraria nel cui interno sono disegnate le porzioni di orologio italico. Essendo questi disegnati nelle superfici interne della scatola, sono opposti agli orologi solari normali. Cioè la sponda orientale, **ZA**, è quella che va posta verso levante e che riceve le ore all'interno vero l'ocaso; sponda occidentale, **QD**, quella che va verso occidente e che riceve all'interno le ore della mattina (orientale); sponda boreale, **SC**, che va verso nord e che riceve all'interno le ore intorno al mezzogiorno e quella australe, **NB**, dove solo vi si può notare il centro per disegnare le ore astronomiche.



Vorremmo terminare questo breve articolo riportando l'ultima parte del capitolo esaminato in cui Cavalieri si sofferma ad elogiare la fecondità della gnomonica come campo in cui ognuno può dimostrare il proprio talento nell'inventare nuovi strumenti per costruire orologi solari.

“Lascio finalmente per essere breve molti altri particolari, che si potrebbero dire in materia così feconda, come è questa, intorno alla quale tanti hanno scritto, & inventato tanta molteplicità e varietà d'istrumenti per dissegnare gli Horologij, che ben danno un chiarissimo indizio della fertilità di questo campo; e nel quale avendo leggermente smosso un puoco il terreno, per vedere quali riuscissero in quello i logaritmi, trapasserò ad altri campi, lasciando il profundarsi più à dentro à chi hà curiosità particolare di questa materia...”

Qui in basso, si vedono alcuni strumenti geometrici rappresentati nel frontespizio dell'operetta di Cavalieri e il titolo della Centuria di vari problemi.

